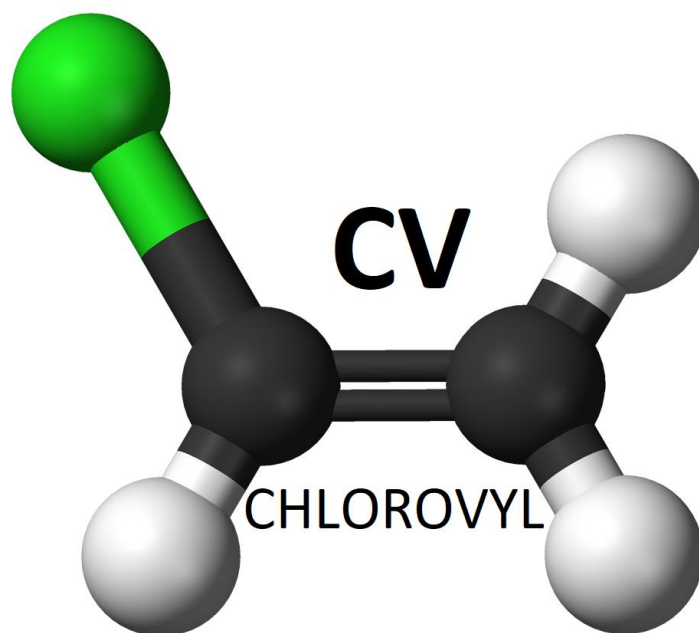


CHLOROVYL

PLANTA DE PRODUCCIÓ DE CLORUR DE VINIL

ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE



PLANTA DE PRODUCCIÓ DE CLORUR DE VINIL

Universitat Autònoma de Barcelona
Treball fi de Grau
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA

TUTOR:
BARTROLÍ, Albert

COMPONENTS:
MONJE MARTÍNEZ, Raul
GUERRERO SODRIC, Oscar
GARCÍA GUIJARRO, Estefanía
FOLCH PARELLADA, Berta
Grup 11

LLOC I DATA:
13 de juny del 2018, Bellaterra



CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

CAPÍTOL 1

ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

PLANTA DE PRODUCCIÓ DE CLORUR DE VINIL



CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

INDEX

1	ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE	3
1.1	DEFINICIÓ DEL PROJECTE	3
1.1.1	BASES DEL PROJECTE.....	3
1.1.2	ABAST DEL PROJECTE	4
1.1.3	LOCALITZACIÓ DEL PROJECTE.....	5
1.1.4	ABREVIACIONS	13
1.2	CARACTERÍSTIQUES DELS REACTIUS I PRODUCTES.....	16
1.2.1	REACTIUS.....	16
1.2.2	PRODUCTES.....	17
1.2.3	CATALITZADOR	18
1.3	DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS.....	18
1.3.1	MÈTODES D'OBTENCIÓ	18
1.3.2	DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS DE FABRICACIÓ ESCOLLIT	20
1.4	IMPLEMENTACIÓ DE LA PLANTA.....	22
1.4.1	DECRIPCIÓ QUALITATIVA DE LA PLANTA	22
1.4.2	DISTRIBUCIÓ PER ÀREES.....	23
1.4.3	PLANIFICACIÓ TEMPORAL I PLANTILLA DE TREBALLADORS.....	27
1.5	ESPECIFICACIONS I NECESSITATS DE SERVEIS	28
1.5.1	NECESSITATS DE SERVEIS A LA PLANTA	28
1.6	BIBLIOGRAFIA	38

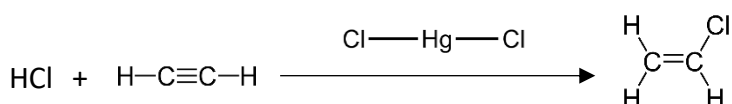
CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

1 ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

1.1 DEFINICIÓ DEL PROJECTE

1.1.1 BASES DEL PROJECTE

La proposta que se'ns planteja, i per tant l'objectiu a assolir, és dissenyar una planta productora de clorur de vinil. La producció es realitzarà a partir de clorur d'hidrogen i acetilè, utilitzant clorur d'hidrogen com a catalitzador.

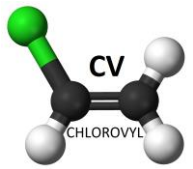


Juntament amb el disseny de la planta s'aportarà un estudi econòmic i una proposta de construcció.

El projecte de implementarà al Polígon Industrial 'Gasos Nobles' al terme municipal de Sabadell, és per això que s'ha tingut en compte la normativa i legislació vigent tant a nivell urbanístic com sectorial, en les àrees de medi ambient, emmagatzematge, seguretat i prevenció contra incendis.

Les especificacions del projecte, son les següents:

- Capacitat: 16.500 tones anuals de clorur de vinil
- Funcionament: 300 dies a l'any 8 parades planificades, la més gran es realitzarà durant tot l'agost (31 dies), seguidament per nombre de dies aturats de la planta es realitzarà una parada durant les dates de nadal amb una parada de 14 dies, 8 dies per setmana santa, 4 dies per la festa del treball a l'1 de maig, 3 dies per la festa nacional el 12 d'octubre i 3 dies pel pont del 6-7-8 de desembre, i finalment un dia per la festa autonòmica de Catalunya l'11 de setembre i un dia per l'1 de novembre.
- Presentació del producte: En forma líquida amb una pressió mínima de 5 bar i una puresa mínima de 99.95%, on es permet un màxim de 6 ppm de acetilè, 100 ppm d'aigua, 0.5 ppm de ferro i 1 ppm de clorur d'hidrogen.



CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

- Subproductes: 1-2,Dicloretà

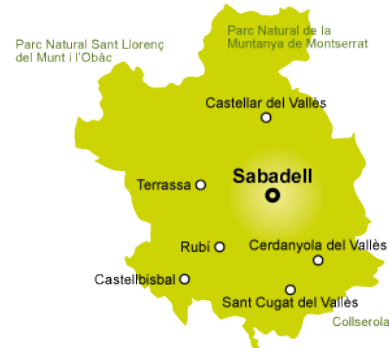
1.1.2 ABAST DEL PROJECTE

El present projecte inclou:

- Disseny i especificacions de les unitats de reacció, processos de producció i purificació del MCV.
- Disseny i especificacions de les unitats d'emmagatzematge dels productes acabats i subproductes generats al llarg del procés.
- Disseny del sistema de control necessari pel correcte funcionament de la planta.
- Diagrames i plànols, P&D i implementació.
- Especificacions de les unitats de servei necessàries.
- Disseny del sistema de seguretat i higiene per aquesta planta.
- Identificació dels impactes ambientals.
- Tractament dels residus generats durant el procés de producció.
- Avaluació econòmica i estudi de viabilitat de la planta.
- Posta en marxa i operació de la planta.
- Proposta de millores a nivell social, econòmic i de procés.
- Disseny de la planta en 2D, que inclou les etapes del procés, emmagatzematge, àrees de servei, laboratoris, oficines, vestuaris i àrees auxiliars (contra incendis, aparcament...)

CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

1.1.3 LOCALITZACIÓ DEL PROJECTE



Il·lustració 1.1: Situació geogràfica de Sabadell.

La localització de la planta serà al polígon 'Gasos Nobles' que pertany al terme municipal de Sabadell, província de Barcelona. El cens municipal és de 209.931 habitants, amb dades de 2017.

Es disposa d'una parcel·la de 70.095 m² de superfície total, amb una resistència del terreny de 2 kg/cm² a 1,5 m de profunditat sobre graves. A més es disposa de:

- Energia elèctrica: Connexió de la línia de 20 kV a peu de parcel·la.
- Gas natural: Connexió a peu de parcel·la a mitja pressió (1.5 kg/cm²)
- Clavegueram: Xarxa unitària al centre del carrer a una profunditat de 3.5m (diàmetre del col·lector de 800 mm)
- Aigua d'incendis: La màxima pressió és de 4 kg/cm²
- Aigua de xarxa: escomesa a peu de parcel·la a 4 kg/cm² amb un diàmetre de 200 mm.

1.1.3.1 Paràmetres d'edificació i pla de la parcel·la

Els paràmetres d'edificació són característics de cada territori i d'obligat compliment, per tant caldrà tenir-los en compte a l'hora de dissenyar la planta.

La normativa urbanística de Sabadell que reglamenta el polígon 'Gasos Nobles' ens descriu els diferents paràmetres d'edificació mostrats a la taula 1:

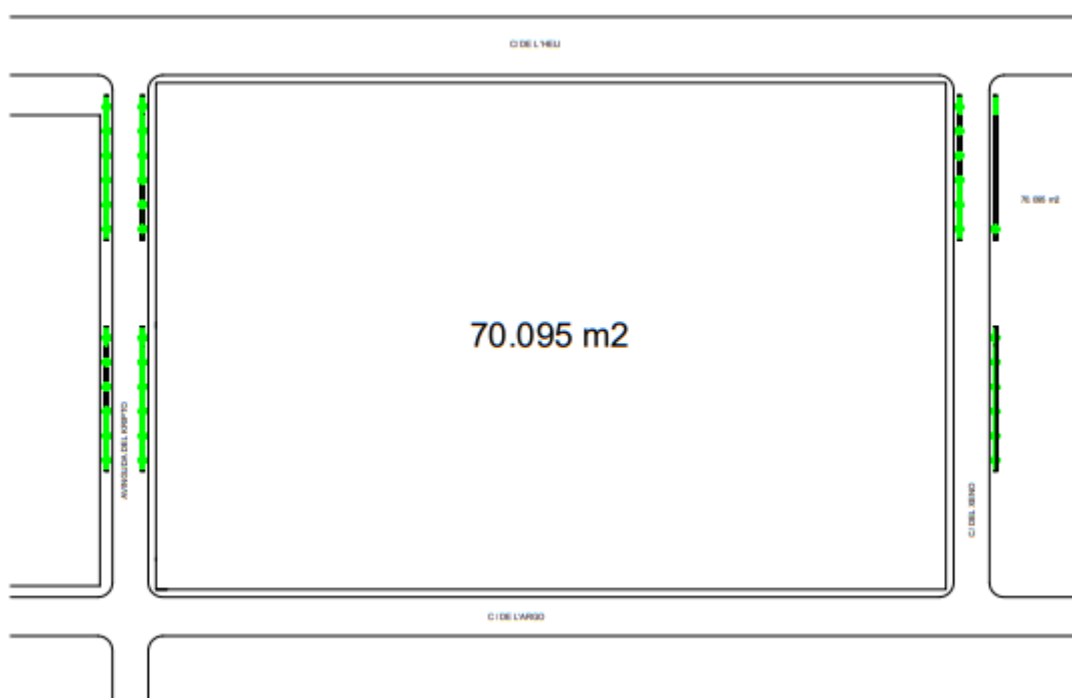


CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

Taula 1.1: Paràmetres d'edificació del polígon 'Gasos Nobles'.

Edificabilitat	1,5 m ² sostre/m ² terra
Ocupació màxima de parcel·la	75%
Ocupació mínima de parcel·la	20% de la superfície d'ocupació màxima
Retranques	5 m a vials i veïns
Altura màxima	16 m i 3 plantes excepte en producció justificant la necessitat pel procés.
Altura mínima	4 m i 1 planta
Aparcaments	1 plaça/150 m ² construïts
Distància entre edificis	1/3 del edifici més alt com un mínim de 5m

A la següent figura podem veure el plànol de la parcel·la que ens estem referint, i on estarà situada la planta productora de clorur de vinil.



Il·lustració 1.2: Plànol de la parcel·la on es situarà la planta.

CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

1.1.3.2 *Avaluació de la comunicació i accessibilitat*

La comunicació i accessibilitat són factors importants a tenir en compte quan es planegen projectes d'aquests abast. És important tenir en compte com s'exportarà el producte final, com arribarà la matèria primera, subproductes que es produeixin i el catalitzador.

El projecte present no té problemes d'arribada de matèria primera ja que arriba d'una planta al costat de la mateixa.

Sabadell té una infraestructura viària molt ben comunicada tant a nivell nacional com a local, es per això que en termes de vies no serà un problema la localització del projecte en aquest espai.

A continuació es veurà segons la via que escollim, la comunicació que ofereixen.

- **Transport terrestre:**

La B-40 (Quart Cinturó, Ronda del Vallès), enllaça els dos extrems amb l'AP-7, aquest enllaç ajuda a comunicar la ciutat amb l'est dels pirineus i facilitarà la comunicació amb la resta d'Europa. D'altra banda la C-16 (eix del Llobregat), també ens facilitarà l'accés a Europa. Paral·lela gairebé a la C-16 tenim la C-58 com a altre recurs.

L'AP-7 (autopista de la mediterrània) és un eix que comunica tota la costa del mediterrani, des de França fins a Murcia i de Màlaga fins a Algeciras. Amb aquesta via de 789.4 km s'aconseguirà comunicació amb la resta d'Europa però també amb espanya. S'ha de tenir en compte que es una via de pagament, que podria fer augmentar el preu el transport però que per altre banda és una via ràpida i amb molta comunicació.

Per últim, la C-17, ens unirà amb la part central de Catalunya acabant al Pre-Pirineu central.

Totes aquestes vies nombrades són les vies que passen a la vora de Sabadell, perquè observem que es una zona ben comunicada, no obstant a partir d'elles i segons la destinació, es podrà enllaçar amb altres vies.

CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE



Il·lustració 1.3: Xarxa de vies terrenals a la vora de Sabadell.

- Transport ferroviari:

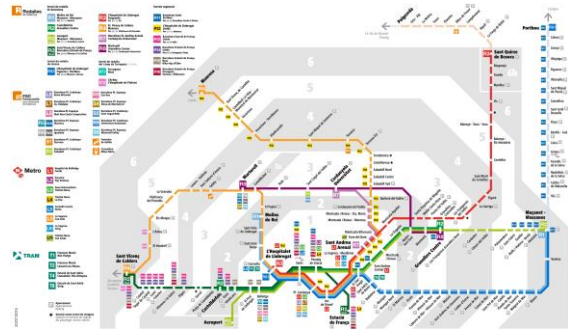
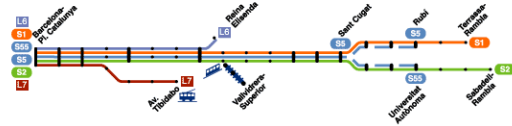
Sabadell en quan a línia ferroviària està comunicada pels dos serveis que disposa en aquests moments Catalunya, FGC i rodalies Renfe. Tot i que la major circulació de trens són de persones, també es pot fer servir el servei per a transportar mercaderies.

Les estacions que es troben a Sabadell en quan a trens de la companyia de FGC són: Sabadell Plaça major, Sabadell-Rambla, i Can Feu-Gràcia. Totes tres estacions pertanyen a la mateixa línia, que comunica amb Barcelona, però també es pot fer comunicar amb terrassa.

D'altra banda la companyia rodalies Renfe disposa de tres estacions més, Sabadell nord, Sabadell sud i Sabadell centre. De la mateixa manera que amb el cas anterior les tres estacions pertanyen a la mateixa línia, que comunica des de St. Vicens de Calers fins a terrassa o Manresa, però com es veu en la figura de a continuació les línies que ofereix Renfe a tota Catalunya son molt amples i per tant podríem fer anar la mercaderia a moltes més destinacions.

Pel transport de mercaderies s'hauria de fer una 'estació' addicional per tal de que aquestes siguin carregades als diferents vagons.

CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE



Il·lustració 1.4: Plànols de xarxa ferroviària.

- Transport marítim:

El transport marítim és una via molt important i que és fa servir bastant pel transport de mercaderies, d'aquesta manera es podrà tenir comunicació amb la resta de continents, i es podrà transportar més mercaderia en un mateix viatge.

Sabadell es troba a prop del port més important de Catalunya, el port de Barcelona, exactament a 36 km, però també està a prop de tota la zona portuària del centre de Catalunya com són el port de Valcarca, el Masnou, Mataró, ...

Utilitzar el port de Barcelona, ens garanteix un ampli ventall de rutes marítimes i per tant es podrà tenir contacte amb moltes més zones geogràfiques.

Es podran transportar les mercaderies mitjançant carreteres o transport ferroviari, per tal de que arribin al port.

- Transport aeri:

Com hem observat en l'apartat anterior, Sabadell es troba a poca distància de Barcelona i per tant també del seu aeroport. El transport aeri no es un dels més utilitzats pel transport de mercaderies, però servirà sinó per tenir contacte amb arreu del món i poder comptar amb el millor especialistes del sector.

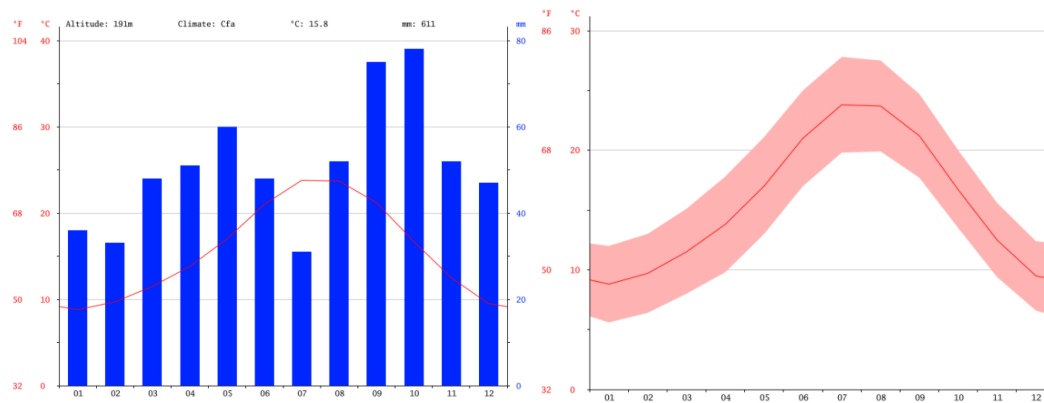
L'aeroport del Prat disposa de destinacions d'arreu del món però sobretot la major part de destinacions estan situades a Europa.

CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

1.1.3.3 Característiques del medi físic de la zona

- Climatologia:

El polígon 'Gasos Nobles' on es situarà la planta de producció, està situat a Sabadell on el clima és temperat i càlid. Les precipitacions són significatives, inclús en els mesos mes secs. La temperatura anual mitjana és de 15.8°C, i hi ha al voltant de 611mm de precipitació.

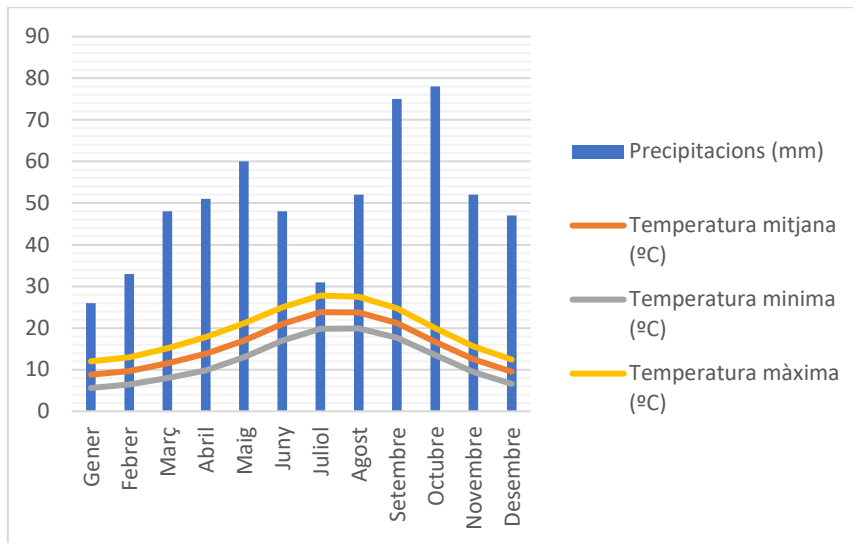


Il·lustració 1.5: Climograma i gràfic de temperatures de Sabadell. Dades mesurades pel CFA.

De la gràfica observem que el mes més sec és juliol, però tot i així hi ha una mitjana de 31 mm de precipitació, i en el cas contrari s'observa Octubre amb un pic de precipitació que arriba als 78 mm.

De cara a la temperatura, s'observa un entremig de 23.8 °C al Juliol, el mes més càlid, i de 8.8 °C en el mes més fred del any que seria gener.

CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE



Il·lustració 1.6: Temperatures màximes mínimes i mitjanes respecte cada mes i precipitacions.

Amb aquesta il·lustració es pot observar que la variació de temperatures no és molt elevada com a molt s'observa un màxim increment de temperatures de 15°C entre el mes més fred i el més calorós (Gener i Juliol).

- Sismologia:

Un altre aspecte fonamental a l'hora de dissenyar una planta química és la sismologia de la zona on es construirà. Recopilar informació d'anys anteriors juntament amb un estudi detallat de risc sismològic de la zona, és un actor clau per tal d'evitar possibles danys i accidents.

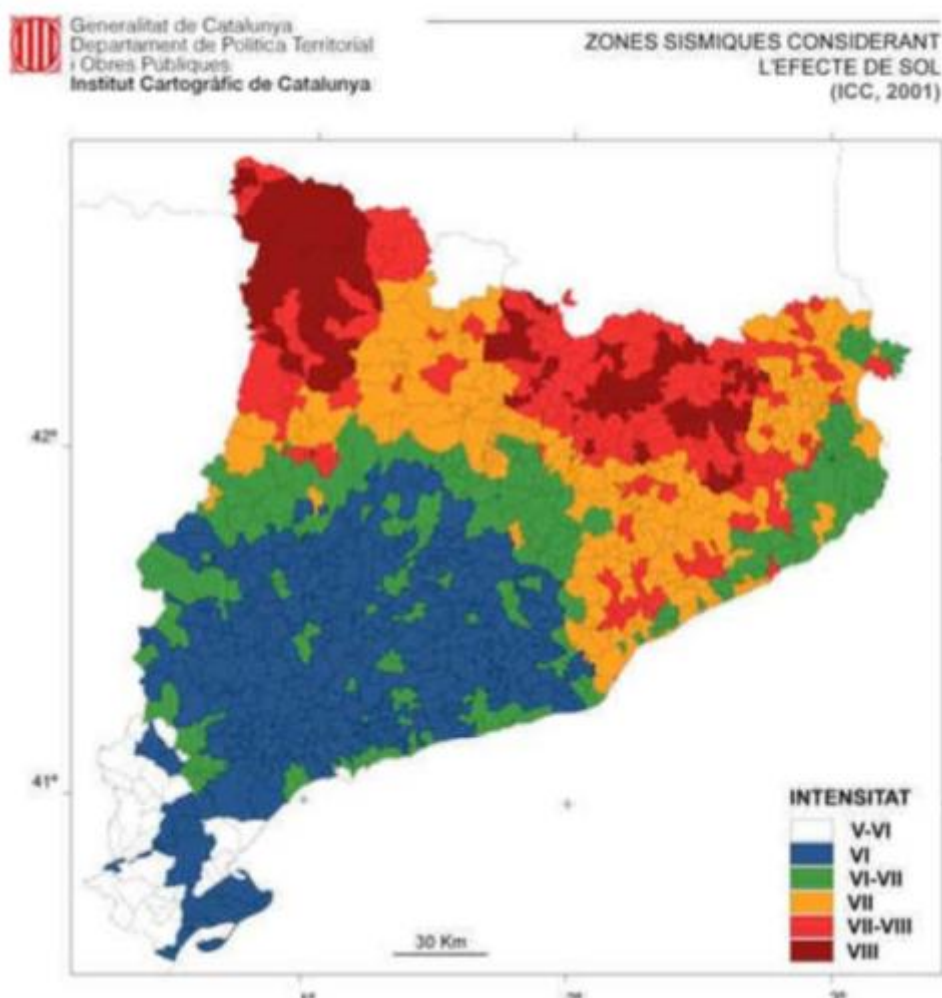
En aquest aspecte, la legislació vigent a Espanya és la norma de construcció sismoresistent NCSE-02. Aquesta normativa és d'obligatori compliment en aquest projecte, d'acord amb l'article 2 de la NCSE-02:

"El ámbito de aplicación de la norma se extiende a todos los proyectos y obras de construcción relativos a edificación, y, en lo que corresponda, a los demás tipos de construcciones, en tanto no se aprueben para los mismos normas o disposiciones específicas con prescripciones de contenido sismorresistente."

D'acord amb aquesta normativa, el disseny d'una planta de Freon- 13 es troba dins del grup d'obres d'importància especial, ja que una hipotètica destrucció de la fàbrica per causes sísmiques podria ocasionar efectes catastròfics. Finalment, a la figura 1.6 es presenta un mapa sismològic de Catalunya, proporcionat per l'Institut Cartogràfic de Catalunya.

CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

En general a Catalunya, segons el servei de Sismologia de Catalunya, és una zona de moderada activitat sísmica, on s'enregistren terratrèmols cada dia inferiors a 2 graus en l'escala de Richter. Com a molt en alguns cassos puntuals s'ha arribat a un màxim d'entre 3 i 5 graus.

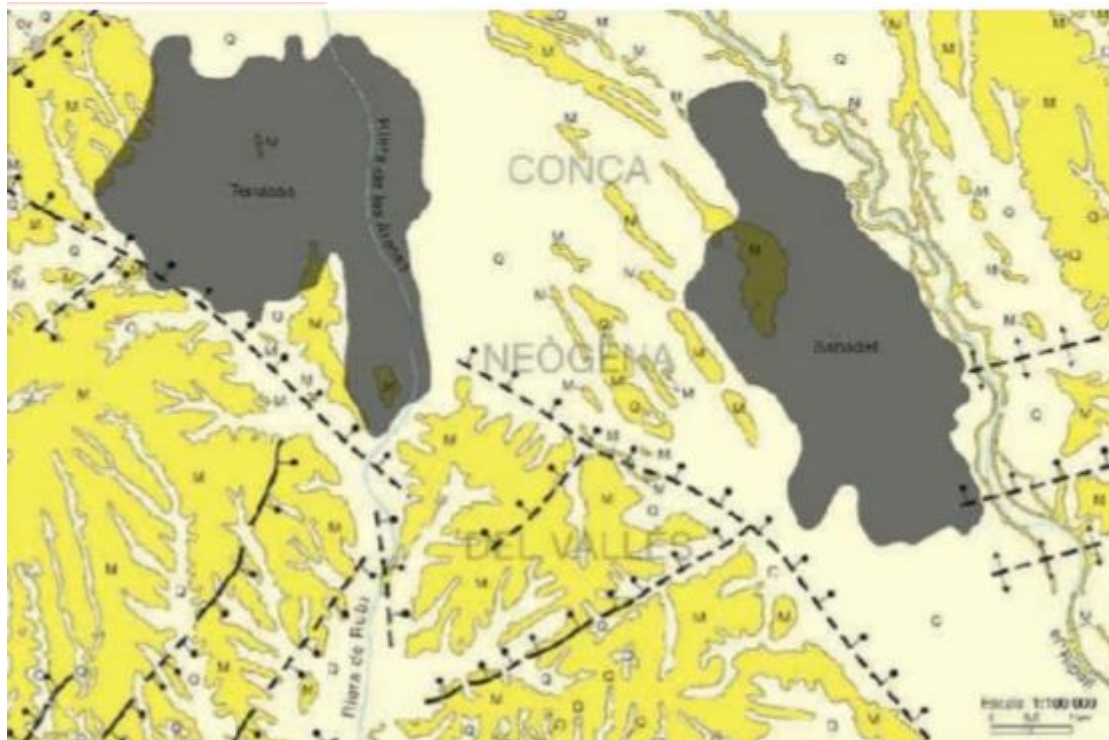


Il·lustració 1.7: Mapa sismològic de Catalunya.

CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

- Geografia

A continuació a d'il·lustració 1.7, es mostra l'esquema geològic de la zona del Vallés Occidental, on es troba Sabadell. Com es pot observar, el sòl està format majoritàriament per còdols, graves i gresos, amb intercalacions de trams de lutites i conglomerats polèmics.



Il·lustració 1.8: Esquema geològic del Vallés Occidental.

1.1.4 ABREVIACIONS

En el transcurs del present projecte, s'utilitzen abreviacions, que per tal de ser compreses pel lector, en aquest apartat es farà una petita descripció.

Les abreviacions utilitzades e les àrees que conformen la planta són les descrites en aquesta primera taula:

CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

Taula 1.2: Abreviacions en les àrees de la planta.

CODI	DESCRIPCIÓ
A-100	Zona de reacció
A-200	Separació 1
A-300	Separació 2
A-400	Separació 3
A-500	Emmagatzematge del producte final
A-600	Emmagatzematge dels residus
A-700	Laboratoris i sala de control
A-800	Serveis de planta
A-900	Oficines i vestuaris
A-1000	Àrea d'accés
A-1100	Bassa contra incendis

Els diferents equips que presentarà la planta, tenen una codificació que en la següent taula la tenim descrita.

Taula 1.3: Codificació dels equips.

CODI	EQUIP
R	Reactor
CD	Columnes
E	Intercanviadors
P	Bombes
C	Condensador
N	Compressors
K	Kettel
T	Tanc
DR	Disc de ruptura

Les substàncies que s'utilitzaran també estan codificades amb els diferents codis.



CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

Taula 1.4: Codificació de les substàncies.

SUBSTÀNCIA	CODI
Acetilè	AC
Clorur d'hidrogen	HCL
Clorur de vinil	CV
1,2-Dicloretà	DCE

Per altre banda les mescles també es codificaran seguint els codis de la taula 5.

Taula 1.5: Codificació de les mescles.

MESCLA	CODI
Acetilè + Clorur d'hidrogen	A1
Acetilè + Clorur d'hidrogen + Producte de recirculació	A2
Mescla de productes	P
Fracció lleugera columna destil·lació	D
Fracció pesada columna destil·lació	FP
Inerts	I

Els serveis també estaran equipats, i en la següent taula es descriu la nomenclatura que s'utilitzarà.

Taula 1.6: Codificació dels equips de serveis.

CODI	EQUIP DE SERVEI
TR	Torre refrigeració
AC	Aire comprimit
C	Caldera

Finalment, en la taula 7 es descriu la nomenclatura dels fluids de servei.



CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

Taula 1.7: Codificació dels fluids de servei.

CODI	FLUID DE SERVEI
W	Aigua de xarxa
Aigua de refrigeració	AR
Vapor	V
Amoníac	NH3
Nitrogen	N2

1.2 CARACTERÍSTIQUES DELS REACTIUS I PRODUCTES

1.2.1 REACTIUS

Taula 1.8: Propietats físiques de l'acetilè.

Propietats de l'acetilè	Valors
Pes Molecular	26,04
Punt de fusió	-81°C
Punt d'ebullició	-85°C
Punt d'inflamació	gas inflamable
Temperatura d'autoignició	305°C
Límit d'explosivitat, % en volum sec	2,5-100
Densitat	---
Densitat relativa (aigua=1)	---
Densitat relativa de vapor (aigua=1)	0,907
Solubilitat en aigua (25°C)	1,2g/L
Pressió de vapor a 20°C	4460kPa

Taula 1.9: Propietats físiques del clorur d'hidrogen.

Propietats del clorur d'hidrogen	Valors
Pes Molecular	36,46
Punt de fusió	-114°C
Punt d'ebullició	-85°C
Punt d'inflamació	---
Temperatura d'autoignició	---
Límit d'explosivitat, % en volum sec	---
Densitat	1g/L
Densitat relativa (aigua=1)	---
Densitat relativa de vapor (aigua=1)	1,3
Solubilitat en aigua (25°C)	670g/L
Pressió de vapor a 20°C	---



CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

Taula 1.10: Propietats físiques del nitrogen.

Propietats del nitrogen	Valors
Pes Molecular	28
Punt de fusió	-210°C
Punt d'ebullició	-196°C
Punt d'inflamació	---
Temperatura d'autoignició	---
Límit d'explosivitat, % en volum sec	---
Densitat	---
Densitat relativa (aigua=1)	---
Densitat relativa de vapor (aigua=1)	0,97
Solubilitat en aigua (25°C)	menyspreable
Pressió de vapor a 20°C	---

1.2.2 PRODUCTES

Taula 1.11: Propietats físiques del clorur de vinil.

Propietats del clorur de vinil	Valors
Pes Molecular	62,5
Punt de fusió	-154°C
Punt d'ebullició	-13°C
Punt d'inflamació	-78°C
Temperatura d'autoignició	472°C
Límit d'explosivitat, % en volum sec	3,6-33
Densitat	8g/L a 15°C
Densitat relativa (aigua=1)	0,9
Densitat relativa de vapor (aigua=1)	2,2
Solubilitat en aigua (25°C)	insoluble
Pressió de vapor a 20°C	---



CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

Taula 1.12: Propietats físiques del clorur de vinil.

Propietats de l'1,2-Dicloroetà	Valors
Pes Molecular	98,96
Punt de fusió	-35,7°C
Punt d'ebullició	83,5°C
Punt d'inflamació	13°C
Temperatura d'autoignició	413°C
Límit d'explosivitat, % en volum sec	6,2-16
Densitat	---
Densitat relativa (aigua=1)	1,235
Densitat relativa de vapor (aigua=1)	3,42
Solubilitat en aigua (25°C)	8,7g/L
Pressió de vapor a 20°C	---

1.2.3 CATALITZADOR

En aquest procés s'utilitza la sal de clorur de mercuri (II) com a catalitzador de la generació de clorur de vinil a partir d'acetilè i clorur d'hidrogen, que és en general la principal aplicació d'aquesta substància. No obstant, l'ús d'aquest catalitzador en aquesta reacció ha acabat en el desús a causa d'una millor tecnologia com es el craqueig tèrmic (explicada més endavant).

Taula 1.13: Propietats físiques del clorur de mercuri (II).

Propietats del clorur de vinil	Valors
Pes Molecular	271,52
Punt de fusió	276°C
Punt d'ebullició	304°C
Densitat	5,43g/cm ³
Solubilitat en aigua (20°C)	74g/L

1.3 DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS

1.3.1 MÈTODES D'OBTENCIÓ

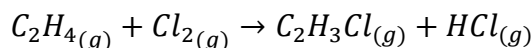
La fabricació de clorur de vinil a nivell industrial va començar ben entrat el segle XX. Des de llavors, la producció d'aquest compost ha anat augmentant desmesuradament, així com les tècniques d'obtenció per tal d'obtenir el major profit possible en el seu procés de síntesi. A continuació, s'explicaran els diferents mètodes que s'han seguit al llarg d'aquest segle per obtenir-lo i, seguidament, es descriurà el procés de fabricació escollit.



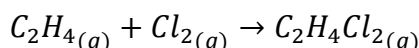
CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

1.3.1.1 CLORACIÓ DIRECTA

Aquest procés es caracteritza per la seva espontaneïtat de la reacció a temperatures superiors a 200°C. Es parteix d'etilè i clor diatòmic de manera equimolar per obtenir clorur de vinil i clorur d'hidrogen.

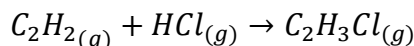


No obstant, el rendiment d'obtenció de CV és molt baix i s'obté molta quantitat de subproducte com el clorur d'hidrogen o l'1,2-Dicloroetà, com es mostra a la reacció següent:



1.3.1.2 HIDROCLORACIÓ DE L'ACETILÈ

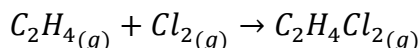
En aquest mètode d'obtenció es tracta d'una reacció exotèrmica a la qual una mescla d'acetilè i clorur d'hidrogen formen el clorur de vinil.



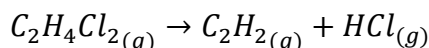
La conversió en aquesta reacció és molt alta, d'un 98% de rendiment, treballant a una temperatura d'uns 150°C i amb presència de clorur de mercuri com a catalitzador impregnat a carbó actiu.

1.3.1.3 CRAQUEIG TÈRMIC DE L'1,2-DICLOROETÀ DE LA CLORACIÓ DE L'ETILÈ

El primer pas en aquest cas consisteix en l'obtenció de l'1,2-Dicloroetà a partir de la cloració d'etilè mitjançant l'anomenat catalitzador de Friedel-Crafts, el qual es tracta del clorur de ferro III.



Aquesta reacció és exotèrmica i es du a terme a unes condicions de 90°C i 1 atm. Seguidament, l'1,2-Dicloroetà es converteix a clorur de vinil, produint així també clorur d'hidrogen, segons la reacció indicada a continuació:



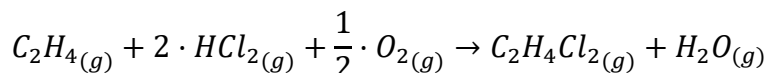
Aquesta segona reacció es endotèrmica i espontània amb una conversió del 65% a una temperatura d'uns 500°C.



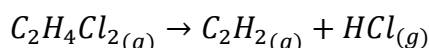
CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

1.3.1.4 CRAQUEIG TÈRMIC DE L'1,2-DICLOROETÀ DE LA OXICLORACIÓ DE L'ETILÈ

Aquest procés d'obtenció consta de dos reaccions; la primera tracta de fer l'oxicloració de l'etilè mitjançant clorur d'hidrogen i oxigen.

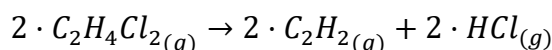
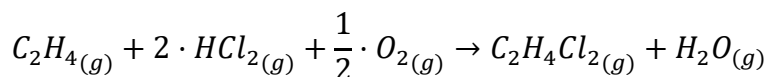
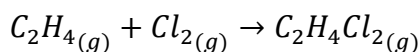


Aquesta es tracta d'una reacció exotèrmica que pot arribar a una conversió del 95% en unes condicions de 250°C a partir de clorur de coure com a catalitzador. La segona etapa, el craqueig tèrmic pròpiament dit, es igual que a l'apartat anterior, així com les seves condicions i característiques (endotèrmic i espontani a 500°C i 65% de conversió).



1.3.1.5 PROCÉS BALANCEJAT PER LA CLORACIÓ DE L'ETILÈ

En aquest cas es planteja fer una producció de 1,2-Dicloroetà de dos maneres diferents a la vegada, mitjançant la cloració de l'etilè i a partir d'una oxicloració també de l'etilè, per després craquejar-lo tèrmicament per produir el clorur de vinil.

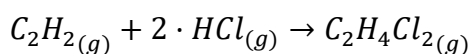


Fent la producció d'aquesta manera s'aconsegueix no tenir el clorur d'hidrogen com a subproducte i només haver d'afegir la quantitat necessària a l'inici de la reacció.

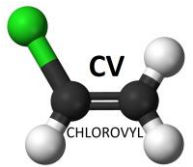
1.3.2 DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS DE FABRICACIÓ ESCOLLIT

Descrits ja els diferents mètodes d'obtenció del CV, finalment s'escull utilitzar el procés de reacció de l'acetilè amb clorur d'hidrogen mitjançant un catalitzador de clorur de mercuri impregnat a un suport inert de carbó actiu.

No obstant, existeix una reacció no desitjada en el procés en el qual es forma una petita quantitat de 1,2-Dicloroetà a partir dels mateixos reactius:

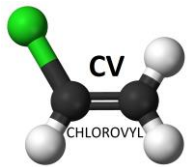


Per tant, i conegudes les reaccions que afecten al nostre sistema, es pot començar a descriure el procés de fabricació i preparació del CV:



CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

1. Tant l'acetilè com el clorur d'hidrogen venen directament d'una empresa propera en forma gas mitjançant dues canonada (una per cadascuna) amb un 3% en composició molar de nitrogen i unes condicions de 5°C i 1.4 bars de pressió. Aquests dos caudals es mesclaran per poder treballar amb un cabal únic.
2. La mescla d'entrada s'introduirà al bescanviador de calor E-101 per pre-escalfar l'aliment fins a 35°C abans de fer la reacció de producció amb part de l'aigua de refrigeració provinent del reactor.
3. L'aliment es mesclarà amb un cabal de recirculació compostat per CV, acetilè i clorur d'hidrogen per, així, reaprofitar part de la matèria prima que no ha reaccionat.
4. El cabal obtingut anteriorment es divideix en tres línies amb un mateix flux per ser introduïts cadascun als tres reactors presents al sistema, tots amb les mateixes dimensions i condicions per tal de no agreujar tant els efectes de la generació de calor. La reacció esdevé isoterma, amb una temperatura de 135°C. Els reactors en qüestió són de feixos tubulars i encamisats amb aigua en contracorrent. El catalitzador utilitzat es troba dipositat com un llit fix a l'interior dels tubs del reactor.
5. El caudal de sortida del reactor, amb una composició molar del nostre producte d'un 90% aproximat s'introdueix en el bescanviador de calor de carcassa i tubs E-102 on es reduirà la seva temperatura a 40°C amb amoníac.
6. La mescla, ja a 40°C, s'introdueix en una columna de destil·lació empacada amb l'objectiu de separar la major quantitat possible de 1,2-Dicloroetà. Al ser més pesat que el producte que es desitja obtenir, s'extreu per la part de cues. Aquest procés es produeix amb una gran eficiència, obtenint així per cues d'aquesta columna un caudal del subproducte amb una puresa superior al 99,5% i una temperatura superior a 60°C i pel destil·lat el fluid de procés amb traces de 1,2-Dicloroetà a la temperatura d'uns -12°C. El condensador d'aquesta columna condensa parcialment el vapor que se l'introdueix. La part condensada es recircular a la columna i la fracció de vapor continua el procés.
7. El vapor extret del pas anterior s'introdueix en un compressor per augmentar la pressió de circulació a 6.5 bars i, a continuació, s'introdueix en el bescanviador de calor E-301 per preparar la mescla per ser introduïda a la següent columna, entrant així a 6.48 bars i uns -7°C.



CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

8. La segona columna separarà el producte a obtenir, el CV, de la resta de substàncies del fluid. Igual que en la columna anterior, el CV es la substància més pesada de totes les que hi ha a la mescla, per lo que es procedeix a la seva extracció per cues. La línia de producte surt a 6.28 bars, 42°C i una fracció molar de CV del 99.999%. Per tal d'acondicionar-lo a les condicions desitjades, s'introdueix en un nou bescanviador (E-302) per tal d'obtenir-ho a 35°C i 6.11 bars. La línia de vapor que surt de la columna s'introdueix en un condensador on, igual que a la columna anterior, s'extreuen dues fases; la líquida que es recircular i la vapor que continua el circuit del procés. Aquesta última encara porta CV a més a més de acetilè, clorur d'hidrogen i nitrogen.
9. Aquest vapor s'introdueix en un compressor per augmentar la seva pressió a 10 bars i, seguidament, es prepara per ser introduït a la següent columna mitjançant un refredament d'aquest a partir del bescanviador E-401 on s'obtindrà el fluid amb una fracció vaporitzada de 0.1.
10. Aquest fluid s'introdueix en una tercera columna amb l'objectiu de separar el nitrogen de la resta del fluid. Al ser aquest el component més volàtil, l'extracció es farà per la part de destil·lats. Igual que a les anteriors columnes, la fracció de vapor de la columna que s'introdueix al condensador surt d'aquest en dues fases; la fase líquida es torna a la columna i la fase vapor (nitrogen amb una concentració molar del 99.999%) se separa. Per la part de cues, la mescla obtinguda, que surt a 9.76 bars de pressió i -33°C de temperatura es prepara per recircular.
11. Aquest fluid a recircular passa primer per un tractament d'escalfament (E-402) per augmentar la seva temperatura a uns 50°C. Seguidament, es procedeix a la seva descompressió per igualar-la a la de l'aliment, baixant-la així fins a 1.44 bars. Finalment, ja que aquesta descompressió redueix la temperatura del fluid a uns -33°C, es torna a reescalfar aquest re-circulant a la temperatura de l'aliment, uns 35°C, mitjançant el bescanviador de calor E-103 i es mescla amb la línia de l'aliment com s'indica al punt 3.

1.4 IMPLEMENTACIÓ DE LA PLANTA

1.4.1 DECRIPCIÓ QUALITATIVA DE LA PLANTA

La producció de clorur de vinil es durà a terme al polígon " gasos nobles " a una parcel·la amb una extensió de 70.095 m² situada a Sabadell. En la distribució de la planta es tindrà



CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

en compte tant els equips per a la producció de clorur de vinil com les instal·lacions auxiliars necessàries (zona d'emmagatzematge, administració, tractament de residus...).

Per tal de dinamitzar i minimitzar les despeses provocades per una mala distribució aquesta es realitzarà per àrees. D'aquesta manera és minimitzen els riscos laborals així com els costos de producció i l'impacte ambiental.

1.4.2 DISTRIBUCIÓ PER ÀREES

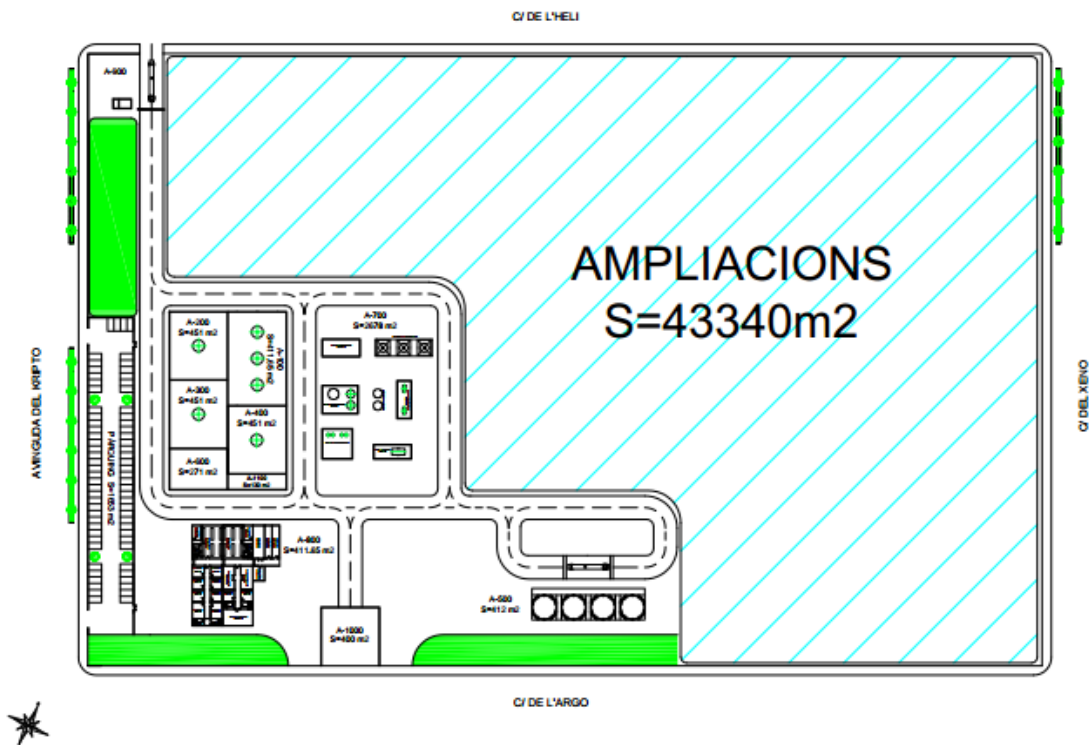
A continuació s'especifiquen les diferents zones que conformen a planta, la distribució i una explicació d'aquestes. A la taula 1.14 es pot observar la descripció de les diferents àrees que constitueixen la planta.

Taula 1.14: Descripció de la planta per àrees.

Àrea	descripció
A-100	Zona de reacció
A-200	Separació 1
A-300	Separació 2
A-400	Separació 3
A-500	Emmagatzematge del producte final
A-600	Laboratoris i sala de control
A-700	Serveis de planta
A-800	Oficines i vestuaris
A-900	Àrea d'accés
A-1000	Bassa contra incendis
A-1100	Taller/ Magatzem

A la figura 1.14 s'observa la distribució de la planta per àrees. Aquestes es tan distribuïdes de manera que la zona de producció queda a la zona central de la parcel·la, d'aquesta forma l'accés dels operaris serà fàcil. A més consta de dues entrades distingides, una per als vehicles que han d'accedir a la zona de producció i una altra per aquells que no.

CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE



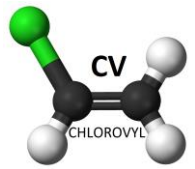
Il·lustració 1.9: Distribució de les àrees en la planta.

Seguidament s'expliquen les diferents àrees de la planta.

1.4.2.1 Àrea 100: zona de reacció

En aquesta àrea és on es duu a terme la reacció que produeix clorur de vinil (producte d'interès) a partir de clorur d'hidrogen i acetilè, en presència del catalitzador clorur de mercuri. Aquesta zona consta de tres reactors encamisats (element principal) que s'encarreguen d'eliminar la calor produïda per la reacció química, ja que aquesta és altament exotèrmica. En aquesta mateixa àrea hi ha tres bescanviadors de calor, el primer que permet escalfar 35 °C els reactius que són subministrats per la planta del costat. El segon bescanviador de calor es troba a la sortida del reactor per tal de disminuir la temperatura del corrent de sortida i el tercer escalfa els reactius recirculats del procés.

A la sortida del reactor no només es troba el producte d'interès sinó que també hi ha subproductes i reactius que no han reaccionat, per aquest motiu la següent àrea és tracta d'una de separació.



CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

1.4.2.2 Àrea 200: separació 1

Aquesta zona és on hi ha la primera separació, aquesta es duu a terme gràcies als diferents punts d'ebullició, així doncs aquí és on es separen els subproductes per cues, deixant en el cap el producte d'interès i els reactius que no han reaccionat. A més consta d'un bescanviador de calor que permet disminuir la temperatura del corrent que té el producte d'interès. La separació es duu a terme en una columna de destil·lació.

1.4.2.3 Àrea 300: separació 2

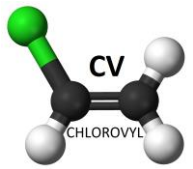
En aquesta zona de separació és on s'extreu el producte clorur de vinil amb un 99.98% de puresa, els reactius surten juntament amb l'inert per caps, aquest corrent passa per un bescanviador de calor com succeeix en l'àrea de separació 1. Tal i com passava a l'àrea de separació 1, la separació es duu a terme en una columna de destil·lació.

1.4.2.4 Àrea 400: separació 3

Per últim hi ha una tercera àrea de separació, aquesta permet separar l'inert, que serà expulsat a l'atmosfera en un lloc ben ventilat, que no han reaccionat. Aquest últims són recirculats al reactor per tal d'aprofitar-los i evitar així costos de tractament dels mateixos. Al seu torn, els reactius abans de ser introduïts passen per un bescanviador de calor que es troba a la sortida de la columna de destil·lació.

1.4.2.5 Àrea 500: Emmagatzematge del producte final i subproducte.

El producte final es troba en fase líquida, aquest serà emmagatzemat en tres tancs de 80 m³, tot i que es disposarà d'un quart tanc per prevenció de possibles incidències. Aquesta àrea estarà demarcada i controlada, degut a la seva perillositat. A més serà una zona ben ventilada a prop de la entrada o sortida a la planta per tal d'afavorir la càrrega del mateix. En aquesta mateixa zona es trobarà emmagatzemat el subproducte 1,2-dicloroetà amb uns tancs pressió de 3 m³. En aquest cas es preveu el seu emmagatzematge ja que el tractament d'aquest es realitzarà de forma externa.



CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

1.4.2.6 Àrea 600: Laboratoris / sala de control

D'una banda en els laboratoris és on es fan diferents proves de qualitat per tal d'assegurar que el producte resultant del procés es troba dins dels paràmetres prèviament establerts.

D'altra banda a les sales de control s'observen els paràmetres de tota la planta de forma monitoritzada, a més des d'aquí és possible canviar les variables controlades del procés així com detectar qualsevol anomalia en el sistema.

1.4.2.7 Àrea 700: Serveis de planta

Aquesta àrea és on es troben els diferents serveis que la planta necessita per assegurar les condicions del procés. Està compost per un circuit d'aigua desmineralitzada, tres torres de refrigeració, una sala de calderes, dos dipòsits de nitrogen, dos dipòsits d'amoniac, un chiller, un sistema de compressió d'aire. Aquests serveis es troben detallats a punt 1.5. *especificacions i necessitats de serveis*.

1.4.2.8 Àrea 800: Oficines i vestuaris

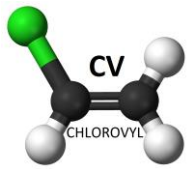
En aquesta zona s'inclou la recepció, les oficines, el menjador, els vestuaris, els despatxos i la sala de reunions.

1.4.2.9 Àrea 900: Àrea d'accés

Aquesta àrea consta d'un pàrquing que permet als treballadors estacionar el seu vehicle particular mentre romanen en el treball. Aquest consta de 4 places per a minusvàlids.

1.4.2.10 Àrea 1000: Bassa contra incendis

En aquesta zona és troba tot el que es necessita per actuar de forma eficaç i ràpida en el cas d'incendi.



CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

1.4.2.11 Àrea 1100: Taller/ Magatzem

A la planta és disposarà d'una zona específica per al manteniment dels diferents equips, així doncs, aquesta serà una àrea reservada per al personal que s'ocupa de les reparacions dels equips que es puguin reparar en la mateixa planta i es disposarà de les eines i l'espai necessari. Aquest espai també serà destinat per l'emmagatzematge d'equips que estiguin fora de servei o pendents de ser reparats.

1.4.3 PLANIFICACIÓ TEMPORAL I PLANTILLA DE TREBALLADORS

La planta de producció de clorur de vinil treballa en continu, per tant treballarà les 24 hores al dia 300 dies a l'any, això vol dir que en total es treballaran 7200 hores a l'any. En aquestes hores no es té compte la posada en marxa ni les parades tècniques (revisió dels equips, reparacions de possibles avaries...).

Com s'acaba de comentar les parades tècniques són aquelles en les quals es realitzen tasques de manteniment, aquestes poden ser programades (dins del cicle de manteniment productiu) o no programades (degudes a la detecció d'errades en el procés) essent aquests factors els que determinen la periodicitat i la durada de la mateixa. Les parades a la indústria química són molt habituals, atès que les condicions de seguretat de les instal·lacions són molt elevades per tal d'evitar fuites i pèrdues de productivitat. Així mateix quan es tracta d'una producció en continu el manteniment dels equips es programa de manera que no afecti al procés de producció.

Es duran a terme 6 parades tècniques a l'any distribució de la qual estarà indicada al capítol 8 (Posada en marxa).

Degut a la gran varietat de situacions de risc que es poden donar es requereix personal altament qualificat, especialitzat i amb gran coneixement en la matèria. Per aquest motiu es compta amb un ampli ventall de treballadors a les diferents àrees anteriorment esmentades.

Els treballadors estan dividits en diversos grups que són els següents:

Operaris de planta: són les persones que estan a peu de planta i s'encarreguen del correcte funcionament de la planta. L'horari d'aquest grup es tracte de torns alternatius de matí, tarda i nit.

Personal de manteniment: aquests són els encarregats de vetllar perquè la planta tingui un bon funcionament. Han d'actuar tant en el manteniment programat com en les

CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

petites o grans averies que es puguin produir durant el procés de producció, aquests han d'arreglar el problema el més ràpid possible.

Directius i tècnics: s'encarrega de la gestió, direcció, coordinació i control de les activitats pròpies al desenvolupament de l'empresa.

Administratius: en aquest departament es tracten els temes relacionats amb l'economia de l'empresa, la comptabilitat, el màrqueting, la informàtica, el departament comercial i el departament de recursos humans per a la gestió dels diferents treballadors.

Personal de laboratori: aquests empleats són els encarregats del control de qualitat I+D. Han de garantir que l'empresa estigui al dia a l'àmbit científic-tècnic. A més, els treballadors de control de qualitat són els encarregats d'analitzar les mostres que es prenen constantment a planta i això, comprovar que tot segueix un correcte funcionament. Els treballadors d'I+D tenen el mateix horari de treball que els empleats d'administració. Aquest últims, no obstant, tenen un horari de treball que pot dividir-se en dos torns.

Personal de seguretat: probablement una de les plantilles més importants de les empreses, aquests es fan càrrec de la seguretat de la planta durant les 24 hores del dia.

Personal de neteja: encarregat de la neteja i higiene de la planta.

1.5 ESPECIFICACIONS I NECESSITATS DE SERVEIS

1.5.1 NECESSITATS DE SERVEIS A LA PLANTA

Els serveis són els recursos que es necessiten per al funcionament de la planta, això inclou la producció i les oficines. Aquests representen la major despesa dels costos d'operació de la planta.

Els serveis requerits per la planta poden ser en continu com l'electricitat, els fluid refrigerants i calefactores o en discontinu sempre i quan el procés ho requereixi.

Així doncs s'ha d'intentar treballar amb la millor configuració possible, atès que un bon disseny pot evitar despeses d'energia innecessàries o fins i tot una parada de la planta.

A la parcel·la es disposa dels següents serveis primaris:

Energia elèctrica:

Connexió des de la línia de 20 KV a peu de la parcel·la

Gas natural:

Connexió a peu de la parcel·la a mitja pressió (1.5 Kg/cm²)

CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

Clavegueram:

Xarxa unitària al centre del carrer a una profunditat de 3.5 m (diàmetre del col·lector de 800 mm)

Aigua d'incendis:

La màxima pressió és de 4 Kg/cm².

Aigua de la xarxa:

Situada a peu de parcel·la a 4 Kg/cm² amb un diàmetre de 200 mm

1.5.1.1 Aigua de xarxa

L'aigua de xarxa és utilitzada per netejar, dutxes, laboratoris, menjadors i oficines, etc. Aquesta com ja s'ha esmentat ve subministrada per una canonada amb un diàmetre de 200 mm i a una pressió màxima de 4 Kg/cm².

Els serveis requeriran únicament una xarxa de canonades de distribució, aquestes no seran aïllades i tindran les vàlvules de regulació que siguin necessàries. A més no es disposaran de bombes, atès que aquesta ve a la pressió adequada.

L'aigua que s'utilitza en els diferents equips ha de tractar-se prèviament. Per tant ha de ser descalcificada per evitar contaminacions.

1.5.1.2 Aigua desmineralitzada

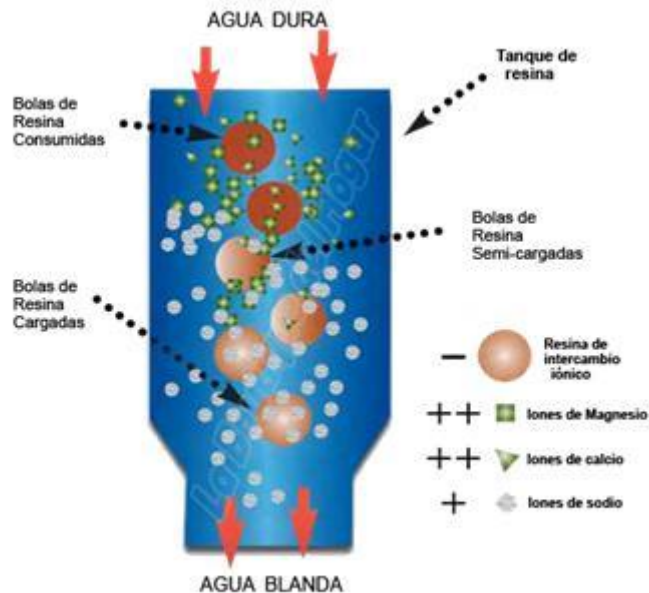
Com ja s'ha esmentat l'aigua serà tractada amb desmineralitzadors.

Un descalcificador és un equip que s'utilitza per a eliminar la duresa de l'aigua (elimina les sals de calci i magnesi). Per fer-ho utilitza reïnes de bescanvi iònic. Els ions de calci i magnesi passen a través dels descalcificador i aquest queden retinguts en les reïnes de bescanvi iònic i en el seu lloc són alliberats ions de sodi que conté la reïna. Aquest procés es duu a terme fins que la major part dels ions sodis de la reïna s'han bescanviat i aquesta no és capaç de retenir més ions de calci i magnesi. En aquest moment s'ha de duu a terme una regeneració de la reïna, per aquesta s'utilitza una solució concentrada de clorur de sodi que fa que les reïnes quedin lliures dels cations calci i magnesi, quedant en aquesta un altre cop els cations de sodi.

L'aigua desmineralitzada s'utilitzarà en els següents equips:

CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

- Calderes de vapor.
- Bescanviadors de calor.
- Laboratoris.
- Torres de refrigeració.



Il·lustració 1.10: Procés de desmineralització de l'aigua.

L'equip per a la desmineralització de l'aigua es l'ULTRALINE HB2100.

1.5.1.3 Aigua contra incendis

Una de les mesures de seguretat contra incendis de la que es disposa en la planta és l'aigua de la xarxa. Així docs tots els equips d'extinció que ho requereixin tindran connexió directa a l'aigua contra incendis.

Les instal·lacions de protecció contra incendis requereixen l'emmagatzematge i la distribució d'aigua fins als llocs propers a les zones on pot ser possible que hi hagi un foc accidental. Aquests sistemes mantenen l'aigua emmagatzemada fins que és necessària la seva utilització.

En essència, el servei requereix una bassa d'aigua com a reserva per abastir la gran demanda d'aigua que es produiria en cas d'incendi. A més és necessària una estació de bombament per subministrar aigua a pressió als elements antiincendis.

Existeixen diferents tipus d'estacions de bombeig, en aquesta planta es disposarà del model *Fire Hydro Syntex*. Aquest model està dissenyat per sistemes contra incendis del tipus classe perill ordinari o alt. Els cabals són fins a 320 metres cúbics hora i arriben fins

CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

a 100 metres. Compost per dues bombes *Grundfos NB o NK monomolecular*, una bomba *jockey Grundfos CR multimolecular* i un panell de control.



Il·lustració 1.11: Sistema contra incendis Fire Hydro Syntex.

1.5.1.4 Gas natural

El gas natural és un hidrocarbur barreja de gasos lleugers d'origen natural que conté principalment metà, i normalment inclou quantitats variables d'altres alcans. La resta està format per età, butà, pentà, anhídrid carbònic i nitrogen. Aquest pot ser utilitzat sense cap mena de transformació. Es tracta d'una de les fonts fòssils més neta en quant a emissions atmosfèriques i residus.

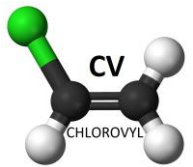
En la planta de producció de CV es disposa d'una connexió de gas natural a peu de parcel·la amb una pressió de 1.5 kg/cm², tal i com ja s'ha esmentat amb anterioritat.

1.5.1.5 Energia elèctrica

L'electricitat és indispensable en la planta. Aquesta serveix tant per a fer funcionar els equips com per el funcionament dels sistemes de control, equips informàtics, etc...

A la planta es disposa d'una connexió de línia de 20 KV a peu de parcel·la, tal i com ja s'ha esmentat, amb una estació transformadora que redueix la tensió fins a 380 o 220 V ates que els equips requereixen una tensió molt més baixa per evitar que s'espatllin.

És necessària una instal·lació d'un grup electrogen que aporti energia mitjançant un combustible que serà de gas natural. Aquesta s'utilitza en cas d'emergència, per si hi hagués una fallada amb l'aportació d'energia a la planta.



CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

S'utilitzaran línies elèctriques de coure recobertes amb PVC, que actua com aïllant. A les zones ATEX es tindrà una cura especial i es prendran les mesures necessàries.

La línia general serà trifàsica.

- Estació transformadora: L'estació transformadora escollida és de 800kVA, d'aquesta manera s'escull l'equip comercial que més s'ajusta a les necessitats de la planta.
- Grups electrògens: per tal d'assegurar la continuïtat del subministra de consum elèctric davant alguna incidència s'instal·laran dos grups electrògens. Aquests seran de la marca INMESOL, atès que té una gama especialitzada per emergències.
- Depòsit de gasoil: aquest serveix per abastir els diferents equips, sobre tot als grups electrògens, que necessiten combustible per a poder funcionar. Per conèixer el combustible necessari s'ha de saber el consum dels grups electrògens i tenir en compte que s'ha de garantir el seu funcionament durant 180 minuts del funcionament de l'aigua contra incendis. Per a aquesta planta s'ha escollit un depòsit estàndard de 1000L de capacitat per a l'abastiment dels grups electrògens.

1.5.1.6 Vapor d'aigua

El vapor d'aigua es genera en calderes i es utilitza com a font de calor en diferents zones de la planta. És un fluid de calefacció econòmic en comparació amb altres fluids tèrmics, ja que subministra una alta quantitat de calor per kg de vapor de servei a una temperatura constant. Aquesta àrea tindrà dues calderes Vapormat SAACKE.

1.5.1.7 Aire comprimit

Tal i com passa amb l'electricitat, l'aire comprimit és indispensable en una planta amb elements automàtics, atès que aquest es necessita per a l'accionament d'elements pneumàtics.

Aquest servei s'encarrega d'abastir amb aire a pressió a totes les vàlvules pneumàtiques de control. La pressió mínima per a que actuïn és de 6 bar, per a poder accionar-les sense problemes es decideix utilitzar un compressor a 8 bar.

Per evitar partícules sòlides en suspensió s'utilitzarà un filtre.

Un altre dels elements que compon el sistema d'aire comprimit de la planta és el dipòsit d'aire comprimit, el qual permet cobrir els pics de demanda d'aire superior al cabal dels compressors.

CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

Un compressor és una màquina que augmenta la pressió d'un fluid. Aquest augmenta la pressió de fluids compressibles com l'aire i tot tipus de gasos. Això s'aconsegueix a partir de la reducció del volum específic. Existeixen molts tipus de compressors en funció del seu disseny.



Il·lustració 1.12: Sistema d'aire comprimit.

1.5.1.8 Nitrogen/ Amoníac

El nitrogen en una planta s'utilitza per a la inertització dels tancs d'emmagatzematge i els equips, a més s'utilitza en aquells equips on hi ha una atmosfera explosiva.

A l'hora d'emmagatzemar substàncies volàtils o propenses a l'oxidació és necessari que els equips on s'emmagatzemin siguin inerts, i com ja s'ha esmentat una de les maneres de fer-ho és amb nitrogen. Aquests és un dels mètodes més fiables i segurs.

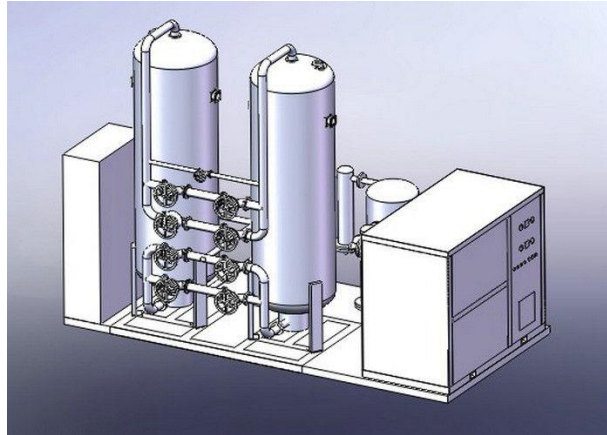
La humitat de l'espai superior es substituït per nitrogen de puresa elevada, inert i completament sec. Gràcies a una vàlvula es controlarà la quantitat de nitrogen que ha d'haver-hi al tanc quan aquest s'ompli o es buidi, compensant automàticament el contingut del mateix per a mantenir la capa protectora.

Per tant, s'introdueix un volum de nitrogen que sigui capaç de retirar tot l'aire present als equips i als tancs.

Degut a que es produiran pèrdues de nitrogen en els equips aquest s'ha d'anar reposant, per aquest motiu és disposarà de dos tancs criogènics de nitrogen en estat líquid. Atès que el seu emmagatzematge en estat líquid proporciona una major quantitat de reserva

CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

en un espai més reduït. En el moment de la seva utilització el líquid serà introduït en un evaporador que expandirà el gas i donarà servei a tota la planta.



Il·lustració 1.13: Sistema de nitrogen.

L'amoníac és utilitzat per a la refrigeració, per tant es disposarà de dos tancs d'amoníac. Aquest és utilitzat més que el nitrogen per a la refrigeració gràcies a que pot refrigerar en un major rang de temperatura.

Degut a que la inertització és un procés de vital importància a una planta química es preveurà possibles incidències i es tindrà un stock de dos dies.

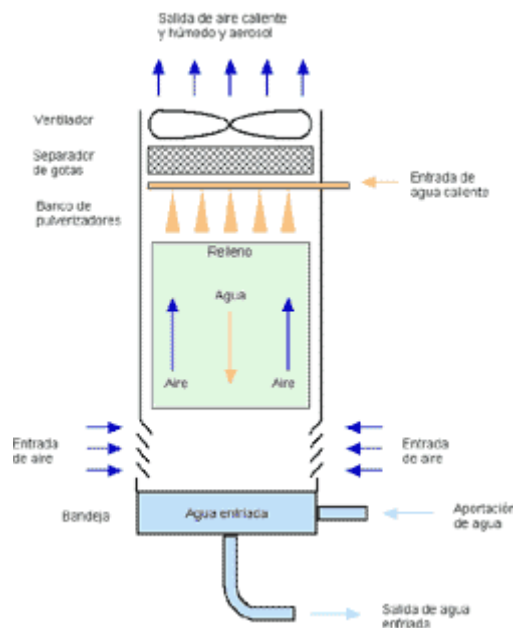
Per tant, a la planta es disposarà de dos tancs de nitrogen i dos d'amoníac.

1.5.1.9 Aigua de refrigeració

A la planta s'utilitzaran torres de refrigeració per a duu a terme el refredament de l'aigua utilitzada com a fluid refrigerant en els bescanviadors de calor, atès que és la forma més econòmica de refredar. Això es degut a que l'una fonts de consum d'energia es troba en els ventiladors que hi ha a la part superior de la torre.

Les torres de refrigeració serveixen per disminuir la temperatura de l'aigua calenta que prové d'un circuit de refrigeració mitjançant la transferència de calor i matèria a l'aire que hi circula per interior de la torre. L'aigua entra a la torre per la part superior i es distribueix uniformement sobre el farcit utilitzant polvoritzadors. D'aquesta manera s'obté un contacte òptim entre l'aigua i l'aire. L'aigua refredada s'evacua per la part inferior, que és per on s'introdueix l'aire sec.

CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE



Il·lustració 1.14: Torre de refrigeració.

La utilització de torres de refrigeració com a sistema de refredament té unes avantatges i un inconvenients que s'exposen a continuació.

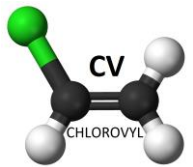
Les avantatges de les torres de refrigeració són:

- Permet una gran flexibilitat al poder distanciar tant com sigui precis les etapes de condensació i evaporació
- La inversió inicial acostuma a ser menor que altres opcions, com ja s'ha esmentat.
- El funcionament no depèn significativament de les condicions atmosfèriques exteriors.
- Control senzill de l'equip.

Els inconvenients són:

- Requereixen canonades d'aigües que si no es tracten adequadament poden suposar un reservori per les bateries.
- Requereix un manteniment higiènic i un control exhaustiu que precisa majors recursos econòmics.
- Existeix risc de transmissió de *Legionella* a l'entorn proper al utilitzar aigua en el seu funcionament.
- S'evapora part de l'aigua tractada.

Les torres de refrigeració escollides per a la planta han estat del tipus EWB-C, són proporcionades per l'empresa EWK.



CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

El funcionament d'aquest tipus específic consisteix en una torre de circuit tancat, on el fluid a refrigerar es fa circular a través d'uns tubs de bateria de bescanvi, sense que existeixi un contacte directe amb el medi exterior, aconseguint així preservar el fluid del circuit primari de qualsevol societat o contaminació. El calor es transmet des del fluid, a través de les parets de les canonades, aspra l'aire que es conduit en contracorrent de l'aigua, evaporant una petita quantitat de la mateixa, absorbint així el calor latent d'evaporació i descarregant-lo a l'atmosfera. La resta d'aigua es recircula mitjançant una bomba que impulsa l'aigua des de la safata fins als polvoritzadors. Una petita quantitat de calor es transmesa a l'aire exterior per convecció.

S'instal·laran tres torres de refrigeració del model EWK-C 1260/5.

A la planta a més d'utilitzar aquest sistema de refrigeració s'utilitzaran els Chillers.

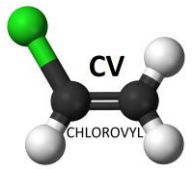
1.5.1.10 Chiller

Tot i que les torres de refrigeració són més econòmiques no tenen un abast massa ampli, per aquest motiu es necessari un sistema de refrigeració complementari.

En Chiller és una unitat refrigerant de líquids. Aquest està format per un doble circuit, on hi ha un fluid que es comprimeix per refredar el fluid tèrmic que e aquest cas és aigua.

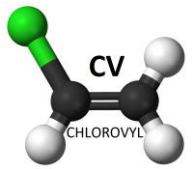
1.5.1.10.1 Parts d'un chiller

- **Compressor:** El compressor és el cor del sistema, ja que és l'encarregat de fer circular al refrigerant a través dels diferents components del sistema de refrigeració del "chiller". Succiona el gas refrigerant sobreescalfat a baixa pressió i temperatura, el comprimeix augmentant la pressió i la temperatura. A través de les línies de descàrrega de gas calent, flueix el gas refrigerant a alta pressió i temperatura cap a l'entrada del condensador.
- **Evaporador :** L' evaporador que és un bescanviador de calor del tipus casc i tub, la seva funció és proporcionar una superfície per transferir calor del líquid a refredar al refrigerant en condicions de saturació. Mitjançant la línia de succió flueix el gas refrigerant com a vapor a baixa pressió provinent de l'evaporador a la succió del compressor, és el component del sistema de refrigeració on s'efectua el canvi de fase del refrigerant. És aquí on la calor de l'aigua és transferit al refrigerant, el qual s'evapora al temps d'anar absorbint la calor.
- **Condensador :** és el component del sistema que extreu la calor del refrigerant i el transfereix a l'aire o l'aigua. Aquesta pèrdua de calor provoca que el refrigerant es condensi. La seva funció és proporcionar una superfície de transferència de calor, a través de la qual passa la calor del gas refrigerant calent al medi condensant. Mitjançant la línia de líquid flueix el refrigerant en estat líquid a alta pressió a la vàlvula termostàtica d'expansió.



CAPÍTOL 1: ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

- **Vàlvula termostàtica:** la seva finalitat és controlar el subministrament apropiat del líquid refrigerant al evaporat, així com reduir la pressió del refrigerant de manera que vaporitzi en l'evaporador a la temperatura desitjada.
- **Dispositius i controls:** Perquè un refredador de líquid treballi en forma automàtica, cal instal·lar-li certs dispositius elèctrics, com són els controls de cicle. Els controls que es fan servir en un refredador són d'acció per a temperatura, d'acció per pressió i de protecció de falla elèctrica.
- **Sistema d'expansió:** El refrigerant líquid entra al dispositiu d'expansió on redueix la seva pressió. En reduir la seva pressió es redueix bruscament la seva temperatura.



1.6 BIBLIOGRAFIA

- <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.a82abc159115c8090128ca10060961ca/?vgnnextoid=4458908b51593110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>
- https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2004/2/BT65A/1/material_docente/bajar?id_material=41533
- <http://ecochillers.com/Que-es-un-Chiller>
- <http://www.sc.ehu.es/nmwmigaj/Torre.htm>
- [http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10540 Torres refrigeracion GT4 07 05eca613.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10540_Torres_refrigeracion_GT4_07_05eca613.pdf)
- https://es.grundfos.com/bombas_grundfos/bombas_sistemas_bombeo/fire-hydro-une.html
- Vapor
 - <http://www.vapormat-saacke.com/es/calderas-de-vapor-saturado-sobrecalentado>
- Descalcificador
 - [http://www.culligan.es/wp-content/uploads/CP032010 Descalcificadores-industriales.pdf](http://www.culligan.es/wp-content/uploads/CP032010_Descalcificadores-industriales.pdf)
 - <http://www.culligan.es/catalogo-productos-industriales/>
- Torres
 - <https://www.ewk.eu/index.php/producto/es/ewk-c>